

特 許 協 力 条 約

PCT

特許性に関する国際予備報告 (特許協力条約第二章)

(法第12条、法施行規則第56条)  
(PCT36条及びPCT規則70)

REC'D 24 SEP 2004

WIPO

PCT

出願人又は代理人 の書類記号 PCT084NIM	今後の手続きについては、様式PCT/IPEA/416を参照すること。	
国際出願番号 PCT/JP03/10575	国際出願日 (日.月.年) 21.08.2003	優先日 (日.月.年) 26.08.2002
国際特許分類 (IPC) Int. Cl. C30B29/10, H01L29/12, H01S5/323		
出願人 (氏名又は名称) 独立行政法人 物質・材料研究機構		

- この報告書は、PCT35条に基づきこの国際予備審査機関で作成された国際予備審査報告である。  
法施行規則第57条 (PCT36条) の規定に従い送付する。
- この国際予備審査報告は、この表紙を含めて全部で 5 ページからなる。
- この報告には次の附属物件も添付されている。
  - ☐ 附属書類は全部で 4 ページである。
    - ☐ 補正されて、この報告の基礎とされた及び/又はこの国際予備審査機関が認めた訂正を含む明細書、請求の範囲及び/又は図面の用紙 (PCT規則70.16及び実施細則第607号参照)
    - ☐ 第I欄4.及び補充欄に示したように、出願時における国際出願の開示の範囲を超えた補正を含むものとこの国際予備審査機関が認定した差替え用紙
  - ☐ 電子媒体は全部で (電子媒体の種類、数を示す)。  
配列表に関する補充欄に示すように、コンピュータ読み取り可能な形式による配列表又は配列表に関連するデータを含む。(実施細則第802号参照)

4. この国際予備審査報告は、次の内容を含む。

- ☒ 第I欄 国際予備審査報告の基礎
- ☐ 第II欄 優先権
- ☐ 第III欄 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての国際予備審査報告の不成
- ☐ 第IV欄 発明の単一性の欠如
- ☒ 第V欄 PCT35条(2)に規定する新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての見解、それを裏付けるための文献及び説明
- ☐ 第VI欄 ある種の引用文献
- ☒ 第VII欄 国際出願の不備
- ☐ 第VIII欄 国際出願に対する意見

国際予備審査の請求書を受理した日 25.03.2004	国際予備審査報告を作成した日 07.09.2004	
名称及びあて先 日本国特許庁 (IPEA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 横山 敏志	4G 2927
電話番号 03-3581-1101 内線 3416		

様式PCT/IPEA/409 (表紙) (2004年1月)

第I欄 報告の基礎

1. この国際予備審査報告は、下記に示す場合を除くほか、国際出願の言語を基礎とした。

☐ この報告は、\_\_\_\_\_ 語による翻訳文を基礎とした。

それは、次の目的で提出された翻訳文の言語である。

☐ PCT規則12.3及び23.1(b)にいう国際調査

☐ PCT規則12.4にいう国際公開

☐ PCT規則55.2又は55.3にいう国際予備審査

2. この報告は下記の出願書類を基礎とした。(法第6条(PCT14条)の規定に基づく命令に回答するために提出された差替え用紙は、この報告において「出願時」とし、この報告に添付していない。)

☐ 出願時の国際出願書類

☒ 明細書

第 \_\_\_\_\_ 1, 2, 5-21 ページ、出願時に提出されたもの

第 \_\_\_\_\_ 3, 4 ページ\*、20.07.2004 付で国際予備審査機関が受理したもの

第 \_\_\_\_\_ ページ\*、\_\_\_\_\_ 付で国際予備審査機関が受理したもの

☒ 請求の範囲

第 \_\_\_\_\_ 5, 6, 8-24 項、出願時に提出されたもの

第 \_\_\_\_\_ 項\*、PCT19条の規定に基づき補正されたもの

第 \_\_\_\_\_ 1, 3, 7 項\*、20.07.2004 付で国際予備審査機関が受理したもの

第 \_\_\_\_\_ 項\*、\_\_\_\_\_ 付で国際予備審査機関が受理したもの

☒ 図面

第 \_\_\_\_\_ 1-19 ~~ページ~~/図、出願時に提出されたもの

第 \_\_\_\_\_ ページ/図\*、\_\_\_\_\_ 付で国際予備審査機関が受理したもの

第 \_\_\_\_\_ ページ/図\*、\_\_\_\_\_ 付で国際予備審査機関が受理したもの

☐ 配列表又は関連するテーブル

配列表に関する補充欄を参照すること。

3. ☒ 補正により、下記の書類が削除された。

☐ 明細書 第 \_\_\_\_\_ ページ

☒ 請求の範囲 第 \_\_\_\_\_ 2, 4 項

☐ 図面 第 \_\_\_\_\_ ページ/図

☐ 配列表(具体的に記載すること)

☐ 配列表に関連するテーブル(具体的に記載すること)

4. ☐ この報告は、補充欄に示したように、この報告に添付されかつ以下に示した補正が出願時における開示の範囲を超えてされたものと認められるので、その補正がされなかったものとして作成した。(PCT規則70.2(c))

☐ 明細書 第 \_\_\_\_\_ ページ

☐ 請求の範囲 第 \_\_\_\_\_ 項

☐ 図面 第 \_\_\_\_\_ ページ/図

☐ 配列表(具体的に記載すること)

☐ 配列表に関連するテーブル(具体的に記載すること)

\* 4. に該当する場合、その用紙に“superseded”と記入されることがある。

## 第V欄 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての法第12条(PCT35条(2))に定める見解、それを裏付ける文献及び説明

## 1. 見解

新規性(N)	請求の範囲	1, 3, 5-24	有
	請求の範囲		無
進歩性(IS)	請求の範囲	1, 3, 5-24	有
	請求の範囲		無
産業上の利用可能性(IA)	請求の範囲	1, 3, 5-24	有
	請求の範囲		無

## 2. 文献及び説明(PCT規則70.7)

文献1: EP 1176231 A2 (NATIONAL INSTITUTE FOR MATERIALS SCIENCE 外1名)  
2002. 01. 30

文献2: 大谷 茂樹 外1名, 窒化ガリウムと格子整合する二ホウ化ジルコニウム基板, 工業材料, 2002. 06. 01, Vol. 50, No. 6, pp. 97-100

文献3: JP 2001-253800 A (並木精密宝石株式会社) 2001. 09. 18

## (請求の範囲1)

請求の範囲1に記載された発明は、国際調査報告書に引用された文献1-3に対して進歩性を有する。

文献1-3には、(10-10)面又は(11-20)面を示すオリエンテーションフラットを有し、厚さが0.1mm以下とすることにより、(10-10)面で劈開される二硼化物単結晶基板が記載されておらず、しかもその点は、文献1, 2に記載された二硼化物単結晶基板から当業者といえども容易に想到し得ないものである。

## (請求の範囲3, 5, 6)

請求の範囲3, 5, 6に記載された発明は、国際調査報告書に引用された文献1-3に対して進歩性を有する。

文献1-3には、共振器をなす2つの対向端面及び二硼化物単結晶基板の対向端面が共に二硼化物単結晶の(10-10)面に平行な劈開面である半導体レーザダイオードが記載されておらず、しかもその点は、文献1, 2に記載された、(0001)面を主面とする二硼化物単結晶基板を用いたデバイスから当業者といえども容易に想到し得ないものである。

## (請求の範囲7-15)

請求の範囲7-15に記載された発明は、国際調査報告書に引用された文献1-3に対して進歩性を有する。

文献1-3には、二硼化物単結晶基板及び該基板上の素子の少なくとも一側面が二硼化物単結晶の(10-10)面に沿って劈開される切断面を有する半導体装置が記載されておらず、しかもその点は、文献1, 2に記載された、二硼化物単結晶基板を用いたデバイスから当業者といえども容易に想到し得ないものである。

## (請求の範囲16-19)

請求の範囲16-19に記載された発明は、国際調査報告書に引用された文献1-3に対して進歩性を有する。

文献1-3には、二硼化物単結晶XB<sub>2</sub>基板及び半導体レーザダイオードの動作層がXB<sub>2</sub>基板の(10-10)面に沿ってスクライブし切断することで多数個に分割される工程が記載されておらず、しかもその点は、文献1に記載された、(10-10)面を用いることから当業者といえども容易に想到し得ないものである。

第Ⅶ欄 国際出願の不備

この国際出願の形式又は内容について、次の不備を発見した。

請求の範囲5には「請求項3または4」、請求の範囲6には「請求項3～5」との記載があるが、それぞれ「請求項3」、「請求項3または5」の誤記である。  
請求の範囲14には「半導体レーザダイオード」との記載があるが、「半導体装置」の誤記である。

補充欄

いずれかの欄の大きさが足りない場合

第 V 欄の続き

(請求の範囲20-24)

請求の範囲20-24に記載された発明は、国際調査報告書に引用された文献1-3に対して進歩性を有する。

文献1-3には、二硼化物単結晶  $XB_2$  基板の(10-10)面に平行に素子が切断される工程が記載されておらず、しかもその点は、文献1に記載された、(10-10)面を用いることから当業者といえども容易に想到し得ないものである。

長を行う必要がある。または、多重層を形成した後に、電極となる $n^+$ 領域をエッチングにより素子表面へ露出させる工程などにより行う。これにより、工程が増えるために、歩留まりが低下しコストが増大するという課題がある。

また、サファイア単結晶基板41は、熱伝導率が小さいので、サファイア単結晶基板41を用いた窒化物系化合物半導体のLD40や各種の半導体装置の動作時の温度が上昇し易い。そのために、LD40の寿命が短くなったり、また、高周波用トランジスタの出力と効率が上がらないといった、窒化物系化合物半導体装置の有する本来の性能を十分に発揮できないという課題がある。

また、第2の従来例において、 $ZrB_2$ 結晶基板を例えばLDの基板として使用した場合に、LDの共振面を形成するときに $ZrB_2$ 基板も同時に劈開することが必要である。しかし、 $ZrB_2$ 基板の明瞭な劈開面は確認されていないという課題がある。

### 発明の開示

本発明は、上記課題に鑑み、窒化物系化合物半導体の劈開面と同じ劈開面を有し、かつ、導電性を有する基板と、それを用いた半導体レーザダイオード等の半導体装置、並びにそれらの製造方法を提供することを目的とする。

上記目的を達成するため、本発明の基板は、二硼化物 $XB_2$ （ここで、Xは、 $Zr$ または $Ti$ ）の単結晶基板であって、基板の面方位が $(0001)$ 面であり、基板は $(10-10)$ 面または $(11-20)$ 面を示すオリエンテーションフラットを有し、かつ基板の厚さを $0.1\text{mm}$ 以下とすることにより、基板が $(10-10)$ 面で劈開されることを特徴とする。

また、本発明は、二硼化物 $XB_2$ （ここで、Xは、 $Zr$ または $Ti$ ）単結晶の $(0001)$ 面を方位とする基板上に多重層からなる半導体レーザ動作層が形成される半導体レーザダイオードであって、多重層における半導体レーザ光の共振器をなす2つの対向端面及び二硼化物 $XB_2$ 単結晶基板の対向端面が、共に、二硼化物 $XB_2$ 単結晶基板の $(10-10)$ 面に平行な劈開面であることを特徴とする。

二硼化物 $XB_2$ 、単結晶基板の厚さは、0.1 mm以下であればよい。また、前記二硼化物 $XB_2$ 、単結晶基板は、好ましくは、 $ZrB_2$  単結晶基板であり、半導体レーザダイオードの動作層となる多重層は、窒化物系化合物半導体 ( $Al_xGa_yIn_zN$ 、ここで、 $x+y+z=1$ ) から構成される。

この構成によれば、半導体レーザダイオードを形成する前若しくは形成した後に $XB_2$  基板を0.1 mm以下の厚さにしておけば、 $XB_2$  基板並びに半導体レーザダイオードを、 $XB_2$  並びに半導体レーザダイオードを構成する窒化物系化合物半導体の (10-10) 面に沿って良好な直線性を以て容易に分割することができ、半導体レーザダイオードの共振器を構成する対向端面を容易に形成することができる。また、素子分割の観点からも、切断しろのない素子の分割方法を実現することができる。

本発明の半導体装置は、二硼化物単結晶 $XB_2$  (ここで、 $X$ は、 $Zr$ または $Ti$ ) の (0001) 面を方位とする基板上に形成された半導体装置であって、二硼化物 $XB_2$  単結晶基板及び基板上の素子の少なくとも一側面が、共に二硼化物 $XB_2$  単結晶基板の (10-10) 面に沿って劈開される切断面を有することを特徴とする。

前記半導体装置は、半導体レーザダイオード、発光ダイオード、フォトディテクタ、ヘテロ接合バイポーラトランジスタ、電界効果トランジスタ、集積回路のいずれかであってよい。二硼化物単結晶 $XB_2$  基板の厚さは、好ましくは、0.1 mm以下である。また、二硼化物単結晶 $XB_2$  基板は、 $ZrB_2$  単結晶基板であり、半導体装置は、窒化物系化合物半導体 ( $Al_xGa_yIn_zN$ 、ここで、 $x+y+z=1$ ) からなるのが好ましい。

この構成によれば、半導体装置を形成する前若しくは形成した後に、 $XB_2$  基板を0.1 mm以下の厚さにしておけば、 $XB_2$  基板並びに半導体装置を $XB_2$  並びに半導体装置を構成する窒化物の (10-10) 面に沿って良好な直線性を保って容易に分割することができる。また、この構成によれば、 $ZrB_2$  を窒化物系化合物半導体の基板として用い、基板側に電極を形成する縦型構造の窒化物系化合物半導体素子を形成することができる。

## 請 求 の 範 囲

1. (補正後) 二硼化物 $XB_2$  (ここで、 $X$ は、 $Zr$ または $Ti$ ) の単結晶基板であって、

上記基板の面方位が $(0001)$ 面であり、上記基板は $(10-10)$ 面または $(11-20)$ 面を示すオリエンテーションフラットを有し、かつ上記基板の厚さを $0.1\text{ mm}$ 以下とすることにより、上記基板が $(10-10)$ 面で劈開されることを特徴とする、二硼化物単結晶基板。

2. (削除)

3. (補正後) 二硼化物 $XB_2$  (ここで、 $X$ は、 $Zr$ または $Ti$ ) 単結晶の $(0001)$ 面を方位とする基板上に、多重層からなる半導体レーザ動作層が形成される半導体レーザダイオードであって、

上記多重層における半導体レーザ光の共振器をなす2つの対向端面及び上記二硼化物 $XB_2$  単結晶基板の対向端面が、共に、上記二硼化物 $XB_2$  単結晶基板の $(10-10)$ 面に平行な劈開面であることを特徴とする、半導体レーザダイオード。

4. (削除)

5. 前記二硼化物 $XB_2$  単結晶基板の厚さは、 $0.1\text{ mm}$ 以下であることを特徴とする、請求項3または4に記載の半導体レーザダイオード。

6. 前記二硼化物 $XB_2$  単結晶基板は $ZrB_2$  単結晶基板であり、前記半導体レーザダイオードの動作層となる多重層は、窒化物系化合物半導体 $(Al_xGa_yIn_zN)$ 、ここで、 $x+y+z=1$  からなることを特徴とする、請求項3～5の何れかに記載の半導体レーザダイオード。



7. (補正後) 二硼化物単結晶  $XB_2$  (ここで、Xは、ZrまたはTi) の (0001) 面を方位とする基板上に形成された半導体装置であって、

上記二硼化物  $XB_2$  単結晶基板及び該基板上的素子の少なくとも一側面が、共に上記二硼化物  $XB_2$  単結晶基板の (10-10) 面に沿って劈開される切断面を有することを特徴とする、半導体装置。

8. 前記半導体装置は半導体レーザダイオードであることを特徴とする、請求項7に記載の半導体装置。

9. 前記半導体装置は発光ダイオードであることを特徴とする、請求項7に記載の半導体装置。

10. 前記半導体装置はフォトディテクタであることを特徴とする、請求項7に記載の半導体装置。

11. 前記半導体装置はヘテロ接合バイポーラトランジスタであることを特徴とする、請求項7に記載の半導体装置。

12. 前記半導体装置は電界効果トランジスタであることを特徴とする、請求項7に記載の半導体装置。

13. 前記半導体装置は集積回路であることを特徴とする、請求項7に記載の半導体装置。

14. 前記二硼化物  $XB_2$  単結晶基板の厚さは、0.1 mm以下であることを特徴とする、請求項7～13の何れかに記載の半導体レーザダイオード。

## PATENT COOPERATION TREATY

PCT/JP2003/010575



Translation

## PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY REPORT ON PATENTABILITY  
(Chapter II of the Patent Cooperation Treaty)

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference PCT084NIM	FOR FURTHER ACTION See Form PCT/IPEA/416	
International application No. PCT/JP2003/010575	International filing date (day/month/year) 21 August 2003 (21.08.2003)	Priority date (day/month/year) 26 August 2002 (26.08.2002)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC C30B 29/10, H01L 29/12, H01S 5/323		
Applicant NATIONAL INSTITUTE FOR MATERIALS SCIENCE		

<p>1. This report is the international preliminary examination report, established by this International Preliminary Examining Authority under Article 35 and transmitted to the applicant according to Article 36.</p> <p>2. This REPORT consists of a total of <u>6</u> sheets, including this cover sheet.</p> <p>3. This report is also accompanied by ANNEXES, comprising:</p> <p>a. <input checked="" type="checkbox"/> (sent to the applicant and to the International Bureau) a total of <u>4</u> sheets, as follows:</p> <p><input type="checkbox"/> sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis of this report and/or sheets containing rectifications authorized by this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions).</p> <p><input type="checkbox"/> sheets which supersede earlier sheets, but which this Authority considers contain an amendment that goes beyond the disclosure in the international application as filed, as indicated in item 4 of Box No. I and the Supplemental Box.</p> <p>b. <input type="checkbox"/> (sent to the International Bureau only) a total of (indicate type and number of electronic carrier(s)) _____, containing a sequence listing and/or tables related thereto, in computer readable form only, as indicated in the Supplemental Box Relating to Sequence Listing (see Section 802 of the Administrative Instructions).</p>	
<p>4. This report contains indications relating to the following items:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Box No. I Basis of the report</p> <p><input type="checkbox"/> Box No. II Priority</p> <p><input type="checkbox"/> Box No. III Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability</p> <p><input type="checkbox"/> Box No. IV Lack of unity of invention</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Box No. V Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement</p> <p><input type="checkbox"/> Box No. VI Certain documents cited</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Box No. VII Certain defects in the international application</p> <p><input type="checkbox"/> Box No. VIII Certain observations on the international application</p>	

Date of submission of the demand 25 March 2004 (25.03.2004)	Date of completion of this report 07 September 2004 (07.09.2004)
Name and mailing address of the IPEA/JP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

## INTERNATIONAL PRELIMINARY REPORT ON PATENTABILITY

International application No.

PCT/JP2003/010575

## Box No. I Basis of the report

1. With regard to the language, this report is based on the international application in the language in which it was filed, unless otherwise indicated under this item.

- ☐ This report is based on translations from the original language into the following language \_\_\_\_\_, which is language of a translation furnished for the purpose of:
- ☐ international search (under Rules 12.3 and 23.1(b))
- ☐ publication of the international application (under Rule 12.4)
- ☐ international preliminary examination (under Rules 55.2 and/or 55.3)

2. With regard to the elements of the international application, this report is based on *(replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report)*:

- ☐ The international application as originally filed/furnished
- ☒ the description:
- pages \_\_\_\_\_ 1, 2, 5-21 \_\_\_\_\_, as originally filed/furnished
- pages\* \_\_\_\_\_ 3, 4 \_\_\_\_\_ received by this Authority on \_\_\_\_\_ 20 July 2004 (20.07.2004)
- pages\* \_\_\_\_\_ received by this Authority on \_\_\_\_\_
- ☒ the claims:
- pages \_\_\_\_\_ 5, 6, 8-24 \_\_\_\_\_, as originally filed/furnished
- pages\* \_\_\_\_\_, as amended (together with any statement) under Article 19
- pages\* \_\_\_\_\_ 1, 3, 7 \_\_\_\_\_ received by this Authority on \_\_\_\_\_ 20 July 2004 (20.07.2004)
- pages\* \_\_\_\_\_ received by this Authority on \_\_\_\_\_
- ☒ the drawings:
- pages \_\_\_\_\_ 1-19 \_\_\_\_\_, as originally filed/furnished
- pages\* \_\_\_\_\_ received by this Authority on \_\_\_\_\_
- pages\* \_\_\_\_\_ received by this Authority on \_\_\_\_\_
- ☐ a sequence listing and/or any related table(s) – see Supplemental Box Relating to Sequence Listing.

3. ☒ The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages \_\_\_\_\_
- ☒ the claims, Nos. \_\_\_\_\_ 2, 4 \_\_\_\_\_
- ☐ the drawings, sheets/figs \_\_\_\_\_
- ☐ the sequence listing (*specify*): \_\_\_\_\_
- ☐ any table(s) related to sequence listing (*specify*): \_\_\_\_\_

4. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments annexed to this report and listed below had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).

- ☐ the description, pages \_\_\_\_\_
- ☐ the claims, Nos. \_\_\_\_\_
- ☐ the drawings, sheets/figs \_\_\_\_\_
- ☐ the sequence listing (*specify*): \_\_\_\_\_
- ☐ any table(s) related to sequence listing (*specify*): \_\_\_\_\_

\* If item 4 applies, some or all of those sheets may be marked "superseded."

# INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.  
PCT/JP 03/10575

## V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

### 1. Statement

Novelty (N)	Claims	1, 3, 5-24	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	1, 3, 5-24	YES
	Claims		NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1, 3, 5-24	YES
	Claims		NO

### 2. Citations and explanations

Document 1: EP 1176231 A2 (National Institute for Materials Science et al.), 30 January 2002

Document 2: Shigeki OTANI et al., "Chisso Gallium to Koushi Seigou suru Zirconium Diboride Kiban," Kougyou Zairyou, 01 June 2002, Vol. 50, No. 6, pages 97-100

Document 3: JP 2001-253800 A (Namiki Precision Jewel Co., Ltd.), 18 September 2001

#### Claim 1

The invention that is set forth in claim 1 involves an inventive step in relation to documents 1-3 cited in the international search report.

Documents 1-3 do not disclose a diboride single-crystal substrate with an orientation flat in the (10-10) plane or the (11-20) plane, which is cleaved along the (10-10) plane and has a thickness of 0.1mm or less, and even a person skilled in the art could not easily have conceived of such a feature in the light of the diboride single-crystal substrates that are disclosed in documents 1 and 2.

## Claims 3, 5 and 6

The invention that is set forth in claims 3, 5 and 6 involves an inventive step in relation to documents 1-3 cited in the international search report.

Documents 1-3 do not disclose a semiconductor laser diode wherein the two opposing end surfaces that constitute the resonator and the two opposing end surfaces of the diboride single-crystal substrate are formed from cleaved surfaces that are parallel to the (10-10) plane of the diboride single-crystal, and even a person skilled in the art could not easily have conceived of such a feature in the light of the devices comprising diboride single-crystal substrates with the (0001) plane as the primary surface, which are disclosed in documents 1 and 2.

## Claims 7-15

The invention that is set forth in claims 7-15 involves an inventive step in relation to documents 1-3 cited in the international search report.

Documents 1-3 do not disclose a semiconductor device wherein at least one of the side surfaces of the diboride single-crystal substrate and at least one of the side surfaces of the elements that are disposed upon said substrate are formed by a cut surface that is cleaved along the (10-10) plane of the diboride single-crystal substrate, and even a person skilled in the art could not easily have conceived of such a feature in the light of the devices comprising a diboride single-crystal substrate that are disclosed in documents 1 and 2.

## Claims 16-19

The invention that is set forth in claims 16-19 involves an inventive step in relation to documents 1-3 cited in the international search report.

Documents 1-3 do not disclose a step wherein the

diboride ( $\text{XB}_2$ ) single-crystal substrate and the active layer of the semiconductor laser electrode are divided into a plurality of pieces by scribing and cutting along the (10-10) plane of the  $\text{XB}_2$  substrate, and even a person skilled in the art could not easily have conceived of such a feature in the light of the feature of using the (10-10) plane, as disclosed in document 1.

#### Claims 20-24

The invention that is set forth in claims 20-24 involves an inventive step in relation to documents 1-3 cited in the international search report.

Documents 1-3 do not disclose a step wherein elements are cut parallel to the (10-10) plane of the diboride ( $\text{XB}_2$ ) single-crystal substrate, and even a person skilled in the art could not easily have conceived of such a feature in the light of the feature of using the (10-10) plane, as disclosed in document 1.

**INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT**

International application No.

PCT/JP 03/10575

**VII. Certain defects in the international application**

The following defects in the form or contents of the international application have been noted:

Claim 5 recites "claim 3 or 4," and claim 6 recites "claims 3-5;" however, these disclosures should recite "claim 3" and "claim 3 or 5," respectively.

Claim 14 recites a "semiconductor laser diode;" however said disclosure should recite a "semiconductor device."